

EXPRESS MAIL LABEL NO.: EV343427559US

PATENT

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re Application of : Atty. Docket: 02-GR2-175
Lionel GRILLO : APPLICATIONS BRANCH
Serial No. Not Yet Assigned :
Filed: HEREWITH :
For: VARIABLE GAIN LOW-PASS FILTER :

CLAIM FOR PRIORITY UNDER 35 USC §119

Commissioner for Patents
P.O. Box 1450
Alexandria, Virginia 22313-1450

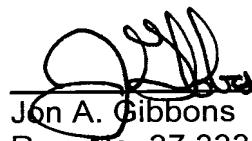
SIR:

Under the provisions of 35 USC §119, there is filed herewith a certified copy of French Application No. 0210751 filed on August 30, 2002, in accordance with the International Convention for the Protection of Industrial Property, 53 Stat. 1748, under which Applicants hereby claim priority.

Respectfully submitted,

Date: 8/25/03

By:

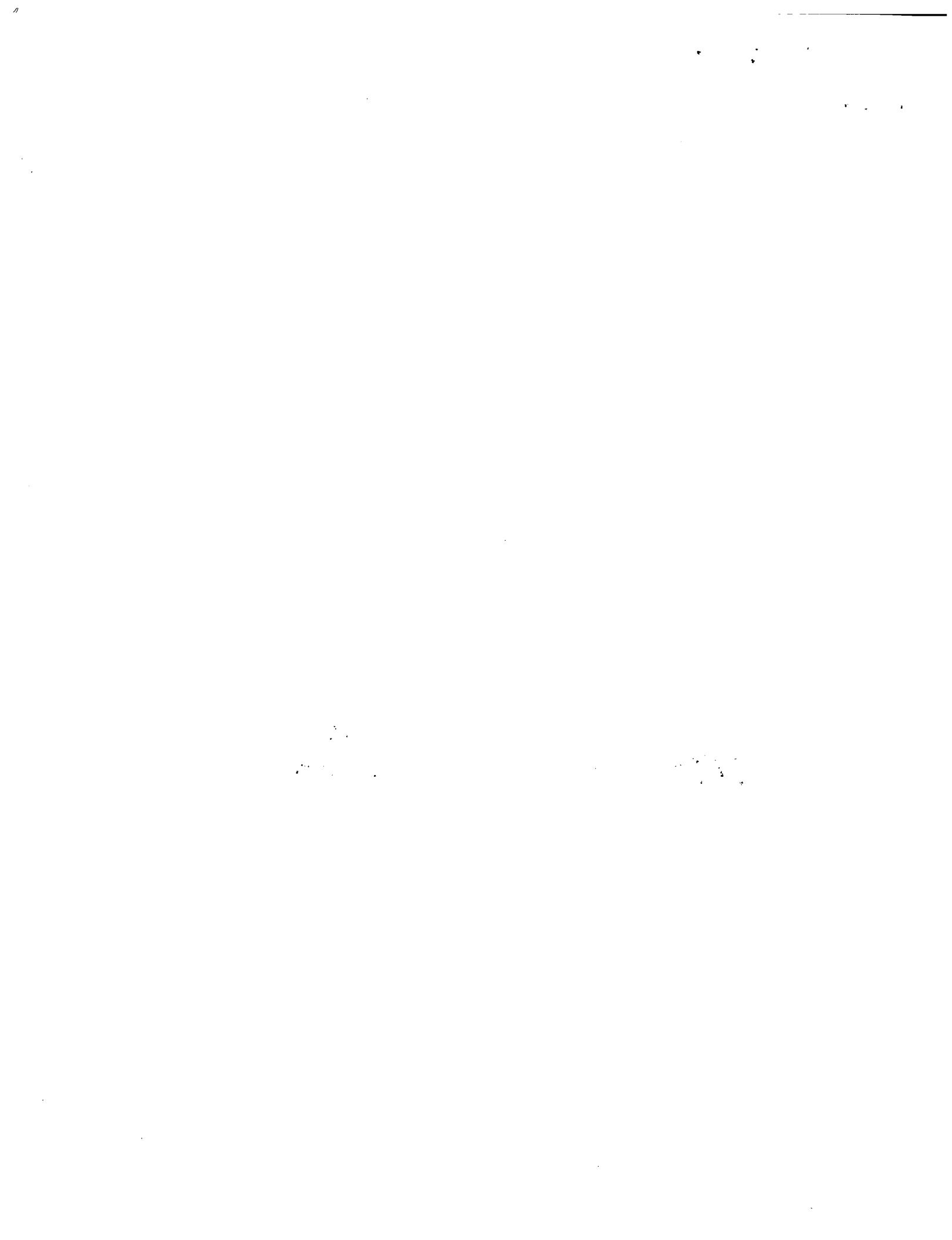


Jon A. Gibbons
Reg. No. 37,333

Fleit, Kain, Gibbons, Gutman, Bongini & Bianco P.L.
One Boca Commerce Center
551 NW 77th Street, Suite 111
Boca Raton, Florida 33487-1330
Telephone: (561) 989-9811
Facsimile: (561) 989-9812
claimforpriority.wpd

Customer No. 23334







BREVET D'INVENTION

CERTIFICAT D'UTILITÉ - CERTIFICAT D'ADDITION

COPIE OFFICIELLE

Le Directeur général de l'Institut national de la propriété industrielle certifie que le document ci-annexé est la copie certifiée conforme d'une demande de titre de propriété industrielle déposée à l'Institut.

Fait à Paris, le 11 SEP. 2002

Pour le Directeur général de l'Institut
national de la propriété industrielle
Le Chef du Département des brevets

Martine PLANCHE

INSTITUT
NATIONAL DE
LA PROPRIETE
INDUSTRIELLE

SIEGE
26 bis, rue de Saint Petersbourg
75800 PARIS cedex 08
Téléphone : 33 (1) 53 04 53 04
Télécopie : 33 (1) 42 93 59 30
www.inpi.fr





INSTITUT
NATIONAL DE
LA PROPRIÉTÉ
INDUSTRIELLE
26 bis, rue de Saint Pétersbourg
75800 Paris Cedex 08
Téléphone : 01 53 04 53 04 Télécopie : 01 42 94 86 54

BREVET D'INVENTION

CERTIFICAT D'UTILITÉ

Code de la propriété intellectuelle - Livre VI

N° 11354*01

REQUÊTE EN DÉLIVRANCE 1/2

Remplir impérativement la 2ème page.

Cet imprimé est à remplir lisiblement à l'encre noire

DB 540 W /190600

REMISE DES PIÈCES DATE 30 AOUT 2002		Réservé à l'INPI	
LIEU 06 INPI Sophia Antipolis		0210751	
N° D'ENREGISTREMENT NATIONAL ATTRIBUÉ PAR L'INPI		DATE DE DÉPÔT ATTRIBUÉE PAR L'INPI	
30 AOUT 2002			
Vos références pour ce dossier (facultatif) ST02-GR2-175			
C onfirmation d'un dépôt par télécopie <input type="checkbox"/> N° attribué par l'INPI à la télécopie			
2 NATURE DE LA DEMANDE		Cochez l'une des 4 cases suivantes	
Demande de brevet <input checked="" type="checkbox"/>		Demande de certificat d'utilité <input type="checkbox"/>	
Demande divisionnaire <input type="checkbox"/>		Demande de brevet initiale N° _____ Date _____ / _____ / _____	
ou demande de certificat d'utilité initiale N° _____ Date _____ / _____ / _____		Demande de brevet initiale N° _____ Date _____ / _____ / _____	
Transformation d'une demande de brevet européen Demande de brevet initiale N° _____ Date _____ / _____ / _____			
3 TITRE DE L'INVENTION (200 caractères ou espaces maximum)			
Filtre passe-bas présentant un gain variable			
4 DÉCLARATION DE PRIORITÉ OU REQUÊTE DU BÉNÉFICE DE LA DATE DE DÉPÔT D'UNE DEMANDE ANTÉRIEURE FRANÇAISE		Pays ou organisation Date _____ / _____ / _____ N° _____	
		Pays ou organisation Date _____ / _____ / _____ N° _____	
		Pays ou organisation Date _____ / _____ / _____ N° _____	
		<input type="checkbox"/> S'il y a d'autres priorités, cochez la case et utilisez l'imprimé «Suite»	
5 DEMANDEUR		<input type="checkbox"/> S'il y a d'autres demandeurs, cochez la case et utilisez l'imprimé «Suite»	
Nom ou dénomination sociale		STMICROELECTRONICS, S.A.	
Prénoms			
Forme juridique		Société Anonyme	
N° SIREN		
Code APE-NAF		. . .	
Adresse	Rue	29, Boulevard Romain Rolland	
	Code postal et ville	92120	MONTROUGE
Pays		France	
Nationalité		Française	
N° de téléphone (facultatif)			
N° de télécopie (facultatif)			
Adresse électronique (facultatif)			

BREVET D'INVENTION
 CERTIFICAT D'UTILITÉ

REQUÊTE EN DÉLIVRANCE 2/2

REMISE DES PIÈCES	Réervé à l'INPI
DATE	50 AOUT 2002
LIEU	06 INPI Sophia Antipolis
N° D'ENREGISTREMENT	0210751
NATIONAL ATTRIBUÉ PAR L'INPI	

DB 540 W /190600

6 MANDATAIRE	
Nom SCHUFFENECKER	
Prénom Thierry	
Cabinet ou Société Cabinet Thierry SCHUFFENECKER	
N °de pouvoir permanent et/ou de lien contractuel PG 9962	
Adresse	Rue 97, chemin de Cassiopée Domaine de l'étoile
	Code postal et ville 06610 LA GAUDE
N° de téléphone (facultatif) 0493190192	
N° de télécopie (facultatif) 0493190193	
Adresse électronique (facultatif) schuffenecker@wanadoo.fr	
7 INVENTEUR (S)	
Les inventeurs sont les demandeurs <input type="checkbox"/> Oui <input checked="" type="checkbox"/> Non Dans ce cas fournir une désignation d'inventeur(s) séparée	
8 RAPPORT DE RECHERCHE Uniquement pour une demande de brevet (y compris division et transformation)	
Établissement immédiat <input checked="" type="checkbox"/> ou établissement différé <input type="checkbox"/>	
Paiement échelonné de la redevance <input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non	
9 RÉDUCTION DU TAUX DES REDEVANCES Uniquement pour les personnes physiques	
<input type="checkbox"/> Requise pour la première fois pour cette invention (joindre un avis de non-imposition) <input type="checkbox"/> Requise antérieurement à ce dépôt (joindre une copie de la décision d'admission pour cette invention ou indiquer sa référence):	
Si vous avez utilisé l'imprimé «Suite», indiquez le nombre de pages jointes	
10 SIGNATURE DU DEMANDEUR OU DU MANDATAIRE (Nom et qualité du signataire) SCHUFFENECKER Thierry, Avocat	
VISA DE LA PRÉFECTURE OU DE L'INPI  BLANC	

Filtre passe-bas présentant un gain variable

5 Domaine technique de l'invention

La présente invention concerne les circuits électroniques et notamment un circuit de filtrage passe-base doté d'un gain variable.

10

Etat de la technique

Dans bien des réalisations électroniques, il est utile de pouvoir combiner un filtre passe-bas avec un étage de gain variable, lequel doit pouvoir offrir une précision suffisante dans le gain à réaliser. En général, on réalise un tel circuit au moyen d'une cascade d'éléments distincts, à savoir un premier élément de filtrage dont le gain est fixe, suivi d'un ou plusieurs étages amplificateurs dont l'un présente un gain variable. Pour réaliser un gain variable, on a fréquemment recours à des circuits amplificateurs fonctionnant en boucle fermée dont le gain de retour est fixé par valeurs discrètes au moyen d'une commande numérique ou encore à des amplificateurs variables utilisant des interpolateurs à échelle. Tous ces circuits imposent de prévoir des cascades d'amplificateurs, des sources de courant etc....

Cette complexité se traduit alors par un besoin de surface sur le produit semi-conducteur, une consommation électrique et finalement un coût de mise en œuvre important.

Dans bien des cas, il serait souhaitable de pouvoir disposer d'un circuit simple qui permette de réaliser la fonction de filtrage passe-bas assortie d'un gain variable.

Tel est le but de la présente invention.

Exposé de l'invention

La présente invention a pour objet un circuit de filtrage passe-bas assortie
5 d'un gain variable particulièrement aisé à mettre en œuvre, peu coûteux et facile à intégrer dans un produit semi-conducteur.

Ce but est atteint au moyen d'un filtre passe-bas basé sur un étage
amplificateur différentiel de transconductance comportant une entrée différentielle
10 et une sortie différentielle. L'amplificateur est monté en boucle ouverte avec un réseau passif connecté en sortie de manière à réaliser un filtrage passe-bas. On choisit la fréquence de coupure de l'étage amplificateur de manière à la situer en deçà de la gamme de fréquence à traiter. On ajoute ensuite un élément de réglage du point de polarisation de l'étage amplificateur de manière à permettre le réglage
15 du gain associé à l'effet de filtrage.

On réalise ainsi, d'une manière très simple, la fonction de filtre passe-bas assortie
d'un gain variable qui est très facile à intégrer dans un produit semi-conducteur. En
outre, l'étage amplificateur fonctionnant en boucle ouverte, on peut traiter des
20 fréquences extrêmement élevées.

De préférence, le filtre comporte un étage différentiel composé d'un premier et second transistor dont les grilles reçoivent le signal à traiter. Un troisième et un quatrième transistor constituent des charges actives pour les premier et second
25 transistors, lesquelles sont commandées par l'élément de réglage. Un cinquième transistor réalise une source de courant elle-même commandée par l'élément de réglage du gain.

On peut ainsi réaliser un ensemble de filtrage et de gain dans un minimum de
30 place.

Description des dessins

D'autres caractéristiques, but et avantages de l'invention apparaîtront à la lecture de la description et des dessins ci-après, donnés uniquement à titre 5 d'exemples non limitatifs. Sur les dessins annexés :

La figure 1 illustre un mode de réalisation du circuit passe-bas de l'invention doté d'un gain variable.

10 La figure 2 représente une application typique du circuit de la figure 1, dans un filtre avec asservissement d'amplitude.

La figure 3 illustre une manière de réaliser la détection d'amplitude de l'élément 204.

15 La figure 4 illustre une courbe de réponse du filtre à gain variable.

Description d'un mode de réalisation préféré

20 La figure 1 illustre un mode de réalisation préféré du circuit passe-bas à gain variable de l'invention. Ce circuit est particulièrement adapté pour réaliser le filtrage en aval d'un générateur d'un signal sinusoïdal qui pourra être directement intégré 25 dans un produit semi-conducteur.

On décrira plus particulièrement un filtre présentant une structure différentielle et réalisé au moyen de transistors MOS. Bien entendu, l'homme du métier pourra aisément adapter la description à l'usage d'autres types de transistors 30 et procéder aux adaptations mineures pour réaliser une structure parfaitement identique.

Le circuit de filtrage est basé sur une paire différentielle composée de transistors de type NMOS 101 et 102 dont les grilles constituent les deux entrées

IN1 et IN2 et reçoivent le signal différentiel à filtrer. La source de chacun des transistors NMOS 101 et 102 est connectée au drain d'un transistor NMOS 105, lequel sert de source de courant pour la paire différentielle. Le transistor 105 dispose d'une électrode de source connectée à la masse. Le drain du transistor 101 (resp. 102) est connecté, d'une part, au drain d'un transistor 103 de type PMOS (resp. 104) dont l'électrode de source est connectée à la tension d'alimentation V_{dd} et, d'autre part, à une première sortie OUT₁ (resp. seconde sortie OUT₂). Les grilles des transistors 103 et 104 sont connectées à la grille d'un transistor PMOS 107, lequel dispose d'une électrode de source connecté à la tension d'alimentation V_{dd} .
10 Le transistor 107 dispose d'une électrode de drain connectée au drain et à la grille d'un transistor NMOS 108, ainsi qu'à la grille du transistor 105 qui constitue la source de courant de la paire différentielle 101 et 102. L'électrode de source du transistor 108 est connectée à la masse du circuit.

15 Le point de polarisation de la paire différentielle est fixée par une tension de commande V_c qui est présentée au drain d'un transistor de type PMOS 106, dont l'électrode de source est connectée à la tension d'alimentation V_{dd} . La grille du transistor 106 est connectée à la grille des transistors 107, 103 et 104, ainsi qu'à la tension V_c .

20 On connecte une résistance 113 entre les deux sorties de la paire différentielle 101-102 afin de faire chuter le gain en boucle ouverte de cette structure différentielle. On connecte en outre un condensateur entre les deux sorties Out1 et Out2 de la paire différentielle afin de réaliser un filtre R-C. De préférence, on pourra réaliser ce condensateur au moyen d'un ensemble de deux transistors de type MOS dont les électrodes de grille, de source et de drain seront connectés ensemble. On utilise ainsi la capacité grille/drain des transistors pour réaliser le condensateur C. La valeur du filtre R-C est choisie de manière à ce que la fréquence de coupure de l'amplificateur se trouve en deçà de la gamme des fréquences à traiter. Ainsi, contrairement à l'approche classique qui consiste à boucler l'amplificateur, la structure différentielle 101-102 fonctionne en boucle ouverte.
25
30

Le fonctionnement de l'amplificateur de transconductance est le suivant. La tension V_c commande le courant qui circule dans le drain du transistor 106 et par conséquent 107 également. Concrètement, lorsque la tension de commande V_c augmente, le transistor 107 devient moins conducteur. Le courant qui le parcourt est 5 recopié, avec des coefficients différents qui sont fonctions de la géométrie particulière des transistors, d'une part, dans les transistors miroirs de courant 103 et 104 et, d'autre part, dans les transistors 107-108 qui viennent commander la source de courant 105. On dispose ainsi d'un élément de réglage très efficace du point de polarisation de l'amplificateur de transconductance et fixer son paramètre 10 gm .

On dispose ainsi accès direct au gain de l'étage. Comme la fréquence de coupure de l'ensemble est fixée suffisamment bas par rapport à la gamme de fréquence considérée, on voit que l'on ne modifie pas les valeurs relatives des 15 atténuations entre les différentes harmoniques du signal à filtrer. Par conséquent, le circuit décrit réalise les deux fonctions suivantes bien distinctes :

D'abord, le circuit réalise un filtre passe-bas qui, dans l'exemple considéré d'un réseau R-C du premier ordre, apporte une atténuation de 20 dB par décade 20 par rapport à la fondamentale du signal considérée.

Ensuite, le circuit permet d'ajuster précisément le gain et ce au moyen de l'élément de réglage V_c qui vient fixer le paramètre gm de la paire différentielle 101-102.

25

On voit donc que l'on réalise très simplement la fonction de filtrage assortie d'un gain variable, et ce au moyen d'un unique étage amplificateur. Naturellement, l'homme du métier pourra adapter la structure du filtre et opter en particulier pour des filtres R-C plus sophistiqués, notamment d'ordre 2, 3 etc...

30

Dans tous les cas, il conviendra de s'assurer que la fréquence de coupure du circuit de filtrage soit bien en deçà de la gamme de fréquence considérée de manière à permettre l'effet de gain variable recherché.

La figure 4 illustre la réponse en fréquence du filtre 201 pour deux valeurs différentes de la tension de commande V_c .

La figure 2 montre un exemple d'application pour un filtrage avec asservissement d'amplitude. A cet effet, un filtre 201 – présentant une structure conforme à celle de la figure 1 – reçoit le signal différentiel à traiter et génère un signal en sortie qui peut être optionnellement transmis à un premier amplificateur 201 à gain fixe, voire un second amplificateur 202. En sortie on récupère les deux composantes différentielles (V_{out1} , V_{out2}) du signal analogique filtré et l'une des deux composantes (par exemple V_{out1}) est alors injectée dans un circuit de détection d'amplitude 204, lequel génère la tension de commande V_c qui est utilisée pour commander le point de polarisation des transistors du filtre 201.

Un exemple de réalisation du circuit de détection d'amplitude 204 est illustré dans la figure 3. Un détecteur de crête 301 est utilisé pour échantillonner la valeur maximale du signal V_{out2} . Un tel détecteur est bien connu d'un homme du métier. La valeur échantillonnée est ensuite transmise via un suiveur 302 à une première entrée d'un comparateur 306.

Un potentiel V_{com} qui est la tension de mode commun de V_{out2} est injecté dans un suiveur de tension 303, lequel dispose d'une sortie connectée au point milieu d'un réseau série R-C recevant un courant de référence I_{ref} . L'électrode qui reçoit le courant I_{ref} est également connecté à une seconde entrée du comparateur 306. On voit donc que cela revient à rajouter au V_{com} une tension $R \cdot I_{ref}$ et c'est ce résultat qui est comparé à la valeur crête du signal V_{out1} . Le résultat de la comparaison permet de charger un condensateur 307 lequel fournit le potentiel de commande V_c .

Comme on le voit sur le schéma, tant que la valeur de crête qui est échantillonnée est différente de la référence, le comparateur 306 modifie la charge du condensateur 307 afin de modifier en conséquence la polarisation de l'étage 101-102 du filtre 201 et par conséquent son gain.

On réalise ainsi très aisément, et avec un minimum de composants, un filtrage doté d'un asservissement d'amplitude. En outre, comme la paire différentielle fonctionne en boucle ouverte, on observe que l'on peut employer le circuit dans une gamme considérable de fréquences, même pour des fréquences
5 très élevées.

Le circuit de l'invention qui vient d'être décrit est parfaitement adapté à la réalisation d'un tuner de réception de fréquences fonctionnant dans une large gamme de fréquences, et que l'on peut aisément intégrer dans un produit semi-
10 conducteur.

Revendications

5 1. Filtre passe-bas présentant un gain variable comportant :

- un étage amplificateur différentiel de transconductance (101, 102) comportant une entrée différentielle et une sortie différentielle, ladite entrée différentielle présentant une gamme de fréquence données
- 10 - un réseau passif connectant ladite sortie différentielle de manière à réaliser un filtrage passe-bas de l'étage amplificateur dont la fréquence de coupure est située en deçà de la gamme de fréquence à traiter,

caractérisé en ce qu'il comporte un élément de réglage du point de polarisation

15 dudit étage différentiel de manière à régler le gain du filtre passe-bas.

2. Filtre passe-bas selon la revendication 1 caractérisé en ce qu'il comporte :

- un étage différentiel composé d'un premier transistor (101) et d'un second transistor (102) présentant chacun une électrode de source, de drain et de grille ; lesdites électrodes de grille recevant le signal d'entrée à filtrer,
- un troisième et quatrième transistor (103, 104) présentant une électrode de source, de drain et de grille constituant respectivement des charges actives pour lesdits premier et second transistors;
- 25 - un cinquième transistor (105) présentant une électrode de source, de drain et de grille, et constituant une source de courant pour lesdits premiers et second transistors ;

le courant de polarisation desdits troisième, quatrième et cinquième transistors étant
30 commandé par ledit élément de réglage.

3. Filtre passe-bas selon la revendication 2 caractérisé en ce que le filtrage passe-bas est un filtrage de premier ordre réalisé au moyen d'un élément capacitif (111,

112) et des résistances intrinsèques drain-source desdits premier, second, troisième et quatrième transistors.

4. Filtre passe-bas selon la revendication 3 caractérisé en ce qu'il comporte une 5 résistance supplémentaire (113) connectée entre les électrodes de drain desdits premier et second transistors.

5. Filtre passe-bas selon la revendication 4 caractérisé en ce que ledit élément 10 capacatif est réalisé au moyen de transistors de type MOS.

6. Filtre passe-bas selon la revendication 2 caractérisé en ce que :

- lesdits premier transistor (101) et second transistor (102) présentent leur électrode de source connectée à l'électrode de drain dudit cinquième transistor (105) ;

- l'électrode de source dudit cinquième transistor (105) est connecté à un premier 15 potentiel de référence ;

- l'électrode de drain dudit premier transistor (101) est connectée à l'électrode de drain dudit troisième transistor (103) dont l'électrode de source est connectée à un second potentiel de référence (V_{dd}) ;

- l'électrode de drain dudit second transistor (102) est connectée à l'électrode de 20 drain dudit quatrième transistor (104) dont l'électrode de source est connectée audit second potentiel de référence (V_{dd}) ;

- l'électrode de grille desdits troisième, quatrième et cinquième transistors est 25 commandée par ledit élément de réglage.

7. Filtre passe-bas selon la revendication 6 caractérisé en ce que ledit élément de 30 réglage comporte :

- un sixième transistor (106) présentant une électrode de source, de drain et de grille, ladite électrode de source étant connectée audit second potentiel de référence (V_{dd}), ladite électrode de drain recevant une tension de commande V_c ;

- un septième transistor (107) présentant une électrode de source, de drain et de grille, ladite électrode de source du septième transistor étant connectée audit second potentiel de référence (V_{dd}), ladite électrode de grille dudit septième

transistor étant connectée aux électrodes de grille desdits sixième, troisième et quatrième transistors, ainsi qu'à ladite tension de commande V_c ;

- un huitième transistor (108) présentant une électrode de source, de drain et de grille, ladite électrode de source dudit huitième transistor (108) étant connectée
5 audit premier potentiel de référence, lesdites électrodes de drain et de grille dudit huitième transistor (108) étant toutes deux connectées à l'électrode de drain dudit septième transistor et à l'électrode de grille dudit cinquième transistor.

8. Filtre passe-bas selon l'une quelconque des revendications précédentes
10 caractérisées en ce que lesdits premiers, seconds et cinquième transistors sont de type NMOS et en ce que les dits troisième et quatrième transistors sont de type PMOS.

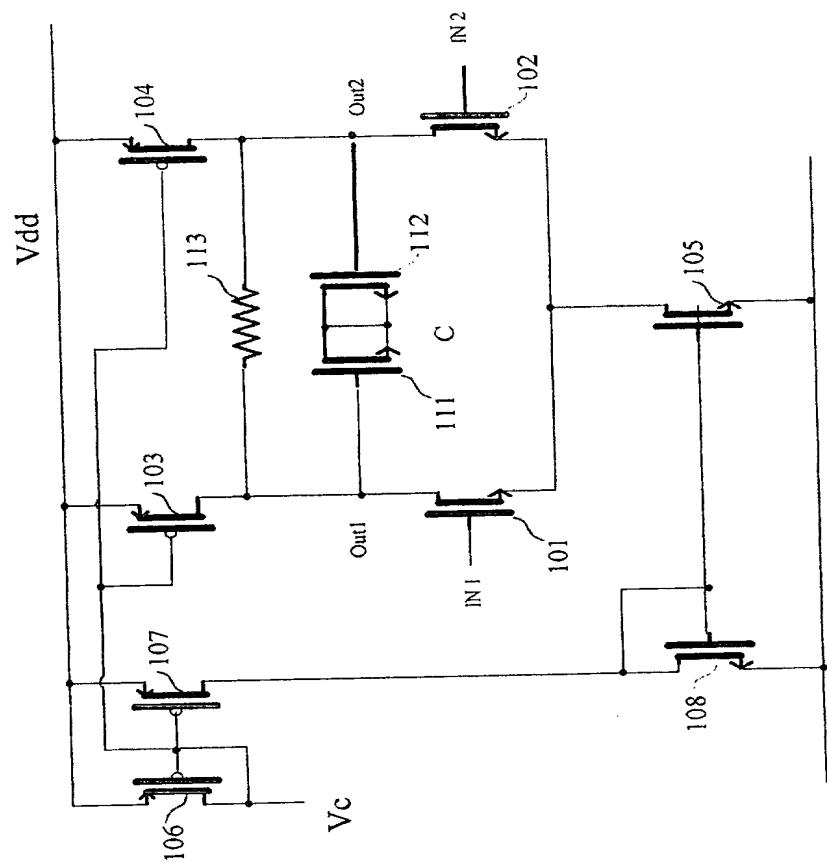


Fig. 1

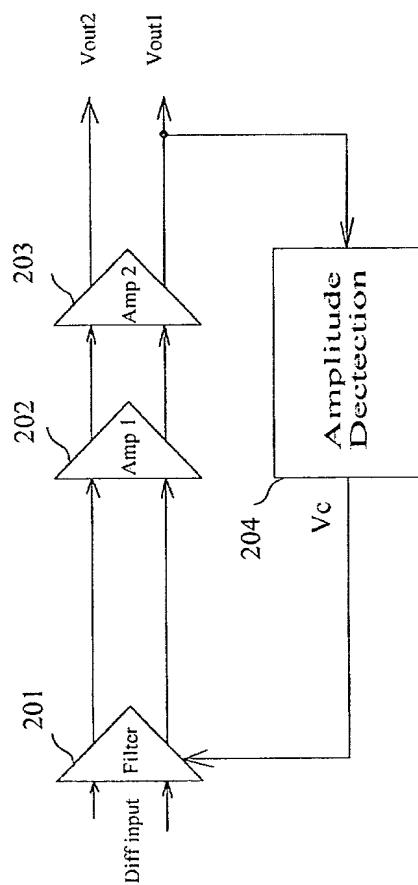


Fig. 2

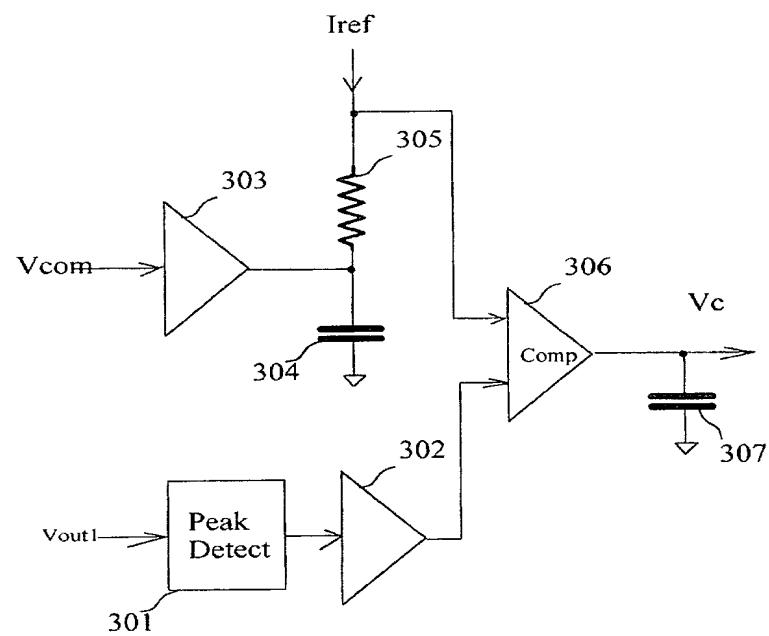


Fig. 3

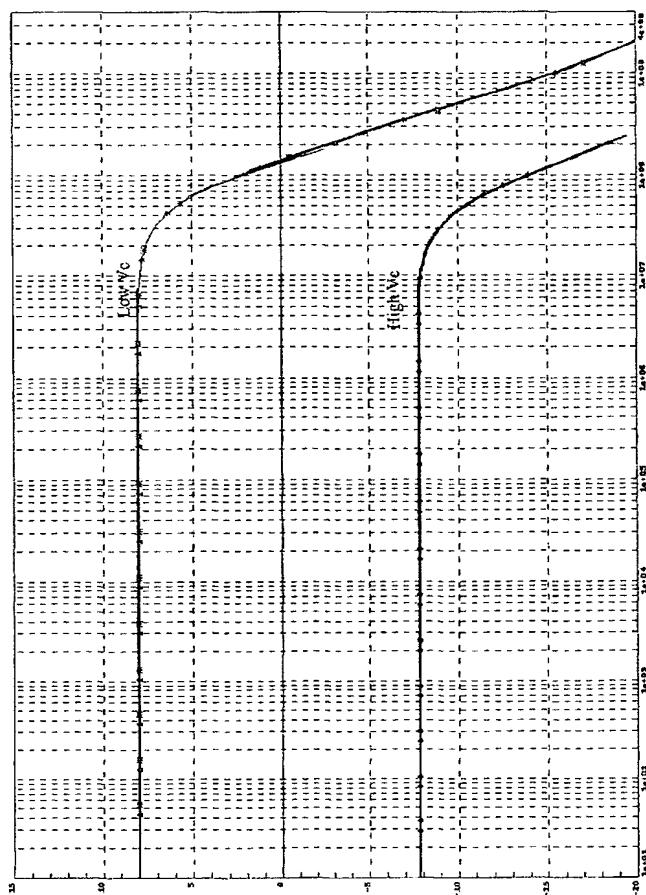


Fig. 4:

DÉPARTEMENT DES BREVETS

26 bis, rue de Saint Pétersbourg
75800 Paris Cedex 08
Téléphone : 01 53 04 53 04 Télécopie : 01 42 93 59 30

BREVET D'INVENTION

CERTIFICAT D'UTILITÉ

Code de la propriété intellectuelle - Livre VI



N° 11235*02

DÉSIGNATION D'INVENTEUR(S) Page N° 1 / 1 ..

(Si le demandeur n'est pas l'inventeur ou l'unique inventeur)

Cet imprimé est à remplir lisiblement à l'encre noire

DB 113 W / 260899

Vos références pour ce dossier (facultatif)	ST02-GR2-175
N° D'ENREGISTREMENT NATIONAL	02J0751
TITRE DE L'INVENTION (200 caractères ou espaces maximum) Filtre passe-bas présentant un gain variable	
LE(S) DEMANDEUR(S) : STMICROELECTRONICS, S.A. 29, Boulevard Romain Rolland 92120 MONTROUGE	
DESIGNE(NT) EN TANT QU'INVENTEUR(S) : (Indiquez en haut à droite «Page N° 1/1» S'il y a plus de trois inventeurs, utilisez un formulaire identique et numérotez chaque page en indiquant le nombre total de pages).	
Nom GRILLO Prénoms Lionel 	
Adresse	Rue 6, Allée des amphores
	Code postal et ville 38240 Meylan (France)
Société d'appartenance (facultatif) STMicroelectronics S.A.	
Nom Prénoms 	
Adresse	Rue
	Code postal et ville
Société d'appartenance (facultatif)	
Nom Prénoms 	
Adresse	Rue
	Code postal et ville
Société d'appartenance (facultatif)	
DATE ET SIGNATURE(S) DU (DES) DEMANDEUR(S) OU DU MANDATAIRE (Nom et qualité du signataire)	
Le 30 Août 2002 Thierry SCHUFFENECKER, Avocat (pouvoir général PG 9962)	

